

红缘吉丁(鞘翅目:吉丁虫科)触角传感器的扫描电镜观察

刘玉双, 石福明*

(河北大学生命科学学院, 保定 071002)

摘要: 对红缘吉丁 *Buprestis fairmairei* Thery 触角传感器的超微结构、类型和分布进行了研究。结果表明, 红缘吉丁触角具有 3 种刺形传感器、2 种毛形传感器、4 种锥形传感器和 1 种芽孢传感器。触角传感器在每节上的数量和分布不同。

关键词: 吉丁虫科; 红缘吉丁; 触角; 传感器; 超微结构

中图分类号: Q969 **文献标识码:** A **文章编号:** 0454-6296(2005)03-0469-04

Observation on antennal sensilla of *Buprestis fairmairei* Thery (Coleoptera, Buprestidae) with scanning electron microscopy

LIU Yu-Shuang, SHI Fu-Ming* (College of Life Sciences, Hebei University, Baoding, Hebei 071002, China)

Abstract: Antennal sensilla ultrastructure, type and distribution of the buprestid, *Buprestis fairmairei* Thery, were studied using scanning electron microscope. The serrate antenna of *Buprestis fairmairei* consists of the scape, pedicel and 9 flagellomeres. Three types of sensilla chaetica, two types of sensilla trichodea, four types of sensilla basiconic and one type of sensilla gemmiformium were distinguished with the shapes and distribution of sensilla. Quantity and distribution of sensilla are different in each segment of antenna.

Key words: Buprestidae; *Buprestis fairmairei*; antenna; sensilla; ultrastructure

触角是昆虫重要的感觉器官,其表面具有司嗅觉、触觉和听觉等功能的传感器(sensilla)。20 世纪以来,触角传感器的研究越来越受到重视,并取得了显著的进展,研究内容涉及到传感器的类型、超微结构、功能以及感觉细胞的受体对信息素分子的作用机制等(马瑞燕和杜家伟,2000)。目前,昆虫触角传感器研究较多的主要有鳞翅目、膜翅目、鞘翅目、双翅目及同翅目。鞘翅目昆虫的触角传感器研究范围较广泛,如对叩甲(Merivee *et al.*, 1997, 1998, 1999)、步甲(Kim and Yamasaki, 1996; Ploomi *et al.*, 2003)、小蠹(Faucheux, 1994)、叶甲(Bartlett *et al.*, 1996)、瓢甲(韩宝瑜等, 2000)以及天牛(胡江等, 2001)等触角传感器的研究。昆虫触角传感器有 10 多种类型,常见的传感器有毛形传感器(sensilla trichodea)、刺形传感器(sensilla chaetica)和锥形传感器(sensilla basiconic)等,而且同一类传感器形态上也有差异,传感器超微结构复杂多样。

吉丁虫科(Buprestidae)是鞘翅目的一个大类群,

对该类群触角传感器超微结构的研究甚少,Scott 和 Gara(1975)研究过 *Melanophila* 属两种吉丁虫的触角传感器,Gardner(1989)在讨论 Stigmoderini 的系统发育关系时,对锯齿状触角节上的传感器超微结构进行了观察,但没有研究触角传感器的类型;Volkovitsh(2001)对吉丁虫总科 316 属 412 种吉丁虫的触角端部数节进行了电镜观察,并依据触角感觉器官(sensory organs)的形态结构和分布等的相似程度探讨了触角结构在吉丁虫总科分类、进化及系统发生中的重要意义,介绍了吉丁虫总科常见的 10 类触角传感器,并且指出亲缘关系密切类群的传感器类型、超微结构和分布相近。另一方面,吉丁虫触角不同部位具有不同类型的传感器,有些传感器仅分布在触角的柄节或梗节,而 Volkovitsh 只研究了触角端部的结构特征,而未研究吉丁虫触角基部的结构特征。

红缘吉丁 *Buprestis fairmairei* Thery 是油桐和松树的一种重要害虫,分布于长江以南的各省区。本

基金项目:河北大学校基金资助项目

作者简介:刘玉双,女,1976 年 12 月生,河北唐山人,硕士研究生,研究方向为吉丁科系统学, E-mail: lyshuang@126.com

* 通讯作者 Author for correspondence, Tel.: 0312-5971123; E-mail: shfmi@yahoo.com.cn

收稿日期 Received: 2004-10-19; 接受日期 Accepted: 2005-02-24

文首次研究了红缘吉丁触角上感觉器的类型、超微结构和分布,可为吉丁虫科的行为学、分类学和进化研究提供依据。

1 材料与方法

本项研究的材料红缘吉丁(雄虫)采自云南昆明(小哨)。

首先将干燥保存的吉丁虫标本还软,然后在解剖镜下将整个触角取下,用毛笔蘸无水乙醇刷洗数次,然后用超声波清洗仪清洗 5 min;自然干燥,用双面胶带固定在样品台上,离子溅射仪喷金,镀金后的样品在 KYKY-2800 型扫描电子显微镜(SEM)下观察并拍照。触角感觉器的类型主要采用 Schneider (1964)对触角感觉器的命名系统。

2 结果和分析

2.1 触角的基本结构

红缘吉丁的触角较短,长 4~5 mm,11 节。柄节(scape, sc)最长,相对较粗壮;梗节(pedicel, pe)短,约为柄节长的 1/2;鞭节(flagellomeres, fl)共 9 节,第 1 节稍扁,端部稍扩展,第 2 节以后明显呈锯齿状,锯齿状触角节内侧端部具一个椭圆形的凹窝,凹窝内密布锥形感觉器(图版 I:1),触角的表面具波浪形刻纹。触角感觉器的数量通常从柄节到鞭节逐步增多,类型也有所增加。

2.2 触角感觉器的类型、特征及分布

红缘吉丁成虫的触角具 10 种感器:

1)刺形感器 I(sensilla chaetica I, ch1):直立,细长,基部直径为 5~6 μm ,长 50~80 μm 。着生于触角表面的凹窝中,明显高于其它的感器。分布于柄节,数量较少(图版 I:2)。

2)刺形感器 II(sensilla chaetica II, ch2):倾斜,不弯曲,与触角表面形成 30°~40°的夹角,指向鞭节端部,长度与刺形感器 I 近等长。着生于触角表面的凹窝中,每个锯齿状触角节均有分布(图版 I:1,4)。

3)刺形感器 III(sensilla chaetica III, ch3):直立,短小。着生于触角表面的凹窝中,基部直径约 4~5 μm ,长 20~24 μm 。分布在柄节和梗节的基部,数量较少(图版 I:2,3)。

4)毛形感器 I(sensilla trichodea I, t1)细长,着生于触角表面的圆窝中,长度约 90 μm 或稍长。微

弯,与触角表面形成 60°~80°的夹角;感觉毛具有纵向条纹,端部尖。每个锯齿状触角节的端部均有分布(图版 I:1)。

5)毛形感器 II(sensilla trichodea II, t2):着生部位同刺形感器 I,感觉毛基部微倾斜,不弯曲,近 1/2 处弯曲,达 90°,分布于柄节(图版 I:2)。

6)锥形感器 I(sensilla basiconic I, b1):直立,短小,圆锥状,端部钝圆。基部直径约 3.7 μm ,长 10~12 μm 。基部具圆台形隆起。分布较集中,主要分布在锯齿状触角节端部的凹窝内(图版 I:5)。

7)锥形感器 II(sensilla basiconic II, b2):与锥形感器 I 大小接近,但端部尖,中央具孔。分布在锯齿状触角节端部的凹窝内(图版 I:5)。

8)锥形感器 III(sensilla basiconic III, b3):与前 2 种锥形感器大小接近,但基部隆起的形状不同,前 2 种为圆台形隆起,而锥形感器 III 为圆环形隆起,且隆起程度明显低于前 2 种。多分布在触角的两侧(图版 I:4,6)。

9)锥形感器 IV(sensilla basiconic IV, b4):明显小于前 3 种锥形感器,基部直径约 2.2 μm ,长 3 μm 。基部无环形深凹沟,感器整体位于触角表面的圆形凹窝内,圆台形隆起的周围呈现明显的环形凹沟,而前 3 种锥形感器隆起的外围没有凹沟或凹沟不明显。分布在触角的内侧缘区域,数量少(图版 I:6)。

10)芽孢感器(sensilla gemmiformium, g):基部较粗大,顶端尖,且微弯曲;基部直径约 3~4 μm ,长 7~9 μm ,形似植物芽孢,着生于触角表面的凹窝中。分布在梗节的基部,数量极少(图版 I:2,3)。

3 讨论

研究结果表明,红缘吉丁的触角具有 3 种刺形感器、2 种毛形感器、4 种锥形感器和 1 种芽孢感器,触角各节上每种感器的数量和分布不同。数量较多的感器是锥形感器 I(b1)、锥形感器 II(b2)、锥形感器 III(b3)、刺形感器 II(ch2)和毛形感器 I(t1),这 5 种感器的分布相当集中,并且比较固定。另外 5 种类型的感器数量少且零星分布。

红缘吉丁的触角感器与 Volkovitch (2001)研究的 *Buprestis* (*Orthocheira*) *salomonii* 的触角感器比较相似,同时与同亚族的 *Eurythyrea aurata* (Pall.) 和 *Yamina sanguinea* (F.) 的触角感器也较接近。在每一鞭节的端部均具有毛形感器 I(t1)以及凹窝内的锥形感器 I(b1)和锥形感器 II(b2),侧缘均分布有

锥形感器Ⅲ(b3)和刺形感器Ⅱ(ch2)。由于 Volkovitsh 研究的重点在触角鞭节上感器的整体特征和分布 ,因此在 *Buprestis* (*Orthocheira*) *salomonii* Thoms. 没有发现锥形感器Ⅳ(b4) ,以及分布在柄节或梗节的刺形感器Ⅰ(ch1) 刺形感器Ⅲ(ch3) 毛形感器Ⅱ(t2) 芽孢感器(g)。吉丁虫总科是一个大类群、种类多、分布广 ,触角感器的类型丰富 ,而且同一类感器的结构也有差异。

吉丁虫触角感器的功能目前尚未详细研究过 ,仅是根据已报道的鞘翅目等其他类群的同一类型感器进行比较来推测其功能。吉丁虫和叩甲的亲缘关系密切 ,电镜观察触角感器的类型也比较接近 ,其功能也可能相近。估计同多数鞘翅目昆虫一样 ,吉丁虫触角上的刺形感器Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ都是机械感受器 ,具有感受机械刺激的功能 ;毛形感器Ⅰ和Ⅱ分别属于机械感器和化学感器。吉丁虫触角上的锥形感器Ⅰ、Ⅲ在叩甲 *Limonius aeruginosus* (Olivier) 的触角上有分布 ,都是顶端钝圆的锥形感器 ,属于嗅觉感器 ,锥形感器Ⅱ、Ⅳ是顶端尖的锥形感器 ,可能为味觉感器。吉丁虫触角上的芽孢感器零星分布于梗节基部 ,其基部粗大 ,顶端尖 ,着生于触角表面的凹窝中 ,和 Böhm 氏鬃毛较接近 ,不同之处在于 Böhm 氏鬃毛是成簇的着生于柄节和梗节基部。因此 ,同 Böhm 氏鬃毛一样 ,吉丁虫触角上的芽孢感器可能也是一种感受重力的机械感器 ,当遇到机械刺激时 ,具有缓冲重力的功能。吉丁虫触角上各感器的超微结构和实际功能都很复杂 ,有待进一步深入研究。

参 考 文 献 (References)

Bartlet E , Romani R , Williams IH , Isidoro N , 1996. Functional anatomy of sensory structures on the antennae of *Psylliodes chrysocephala* L. (Coleoptera , Chrysomelidae). *Int . J. Insect . Morphol . Embryol .* , 8 : 291 – 300.

Fauchaux MJ , 1994. Distribution and abundance of antennal sensilla from two population of the pine engraver beetle , *Ips pini* (Say)(Coleoptera , Scolytidae). *Ann . Sci . Nat . Zool .* , 15 : 15 – 31.

Gardner JA , 1989. Revision of the genera of the tribe Stigmoderini

(Coleoptera , Buprestidae) with a discussion of phylogenetic relationships. *Invertebrate Taxonomy* , 3 : 291 – 361.

Han BY , Chen ZM , Wang M , 2000. SEM investigation of chemical sensilla of antennae of *Coccinella septempunctata* and *Leis axyridis* . *Entomological Journal of East China* , 9 (1) : 24 – 28.[韩宝瑜 , 陈宗懋 , 王梅 , 2000. 七星瓢虫和异色瓢虫 3 变种成虫触角感器扫描电镜观察. 华东昆虫学报 , 9 (1) : 24 – 28]

Hu J , Li YL , Liu JH , Zheng RL , Chen SQ , Yang F , 2001. SEM study of sensilla of *Cosinesthes salicis* Gressitt. *Journal of Chinese Electron Microscopy Society* , 20 (4) : 499 – 500.[胡江 李义龙 刘剑虹 郑润兰 陈树琼 杨富 2001. 麻点豹天牛成虫感器的电镜扫描研究. 电子显微学报 , 20 (4) : 499 – 500]

Kim JL , Yamasaki T , 1996. Sensilla of *Carabus* (*Isiocarabus*) *fiduciaris saishutoicus* Csiki (Coleoptera , Carabidae). *Int . J. Insect . Morphol . Embryol .* , 25 : 153 – 172.

Ma RY , Du JW , 2000. Antennal sensilla of insect. *Entomological Knowledge* , 37 (3) : 179 – 182.[马瑞燕 杜家伟 , 2000. 昆虫的触角感器. 昆虫知识 , 37 (3) : 179 – 182]

Merivee E , Rahi M , Luik A , 1999. Antennal sensilla of click beetle , *Melanotus villosus* (Geoffroy) (Coleoptera , Elateridae). *Int . J. Insect . Morphol . Embryol .* , 28 : 41 – 51.

Merivee E , Rahi M , Bresciani J , Ravn HP , Luik A , 1997. Distribution of olfactory and some other antennal sensilla in the male click beetle *Agriotes obscurus* L. (Coleoptera , Elateridae). *Int . J. Insect . Morphol . Embryol .* , 26 : 75 – 83.

Merivee E , Rahi M , Bresciani J , Ravn HP , Luik A , 1998. Antennal sensilla of the click beetle , *Limonius aeruginosus* (Oliver) (Coleoptera , Elateridae). *Int . J. Insect . Morphol . Embryol .* , 27 : 311 – 318.

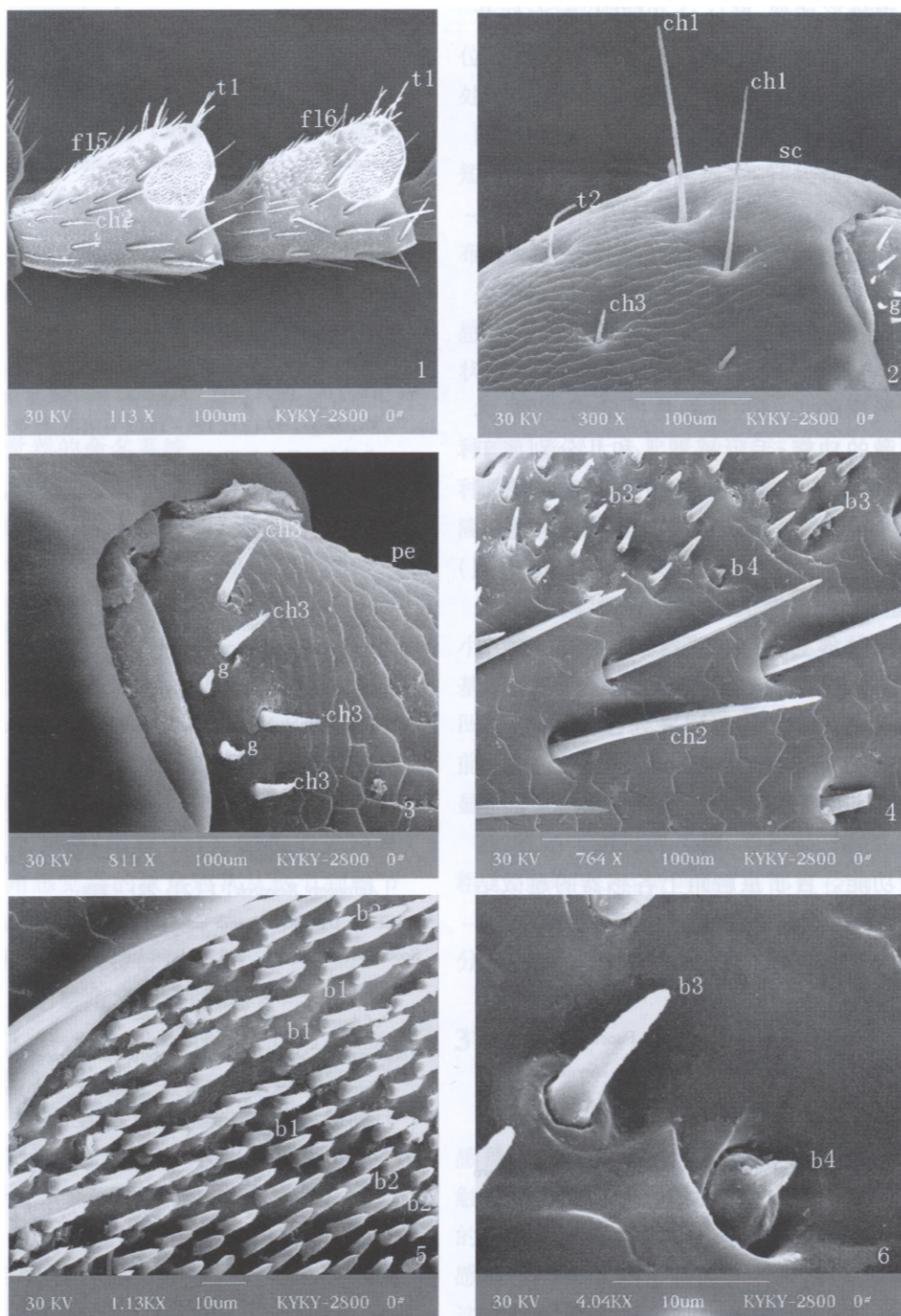
Ploomi A , Merivee E , Rachi M , Bresciani J , Ravn P , Luik A , Sammelselg V , 2003. Antennal sensilla in ground beetle (Coleoptera , Carabidae). *Agronomy Research* , 1 (2) : 221 – 228.

Schneider D , 1964. Insect antennae. *Annu. Rev. Entomol.* , 9 : 103 – 122.

Scott DC , Gara RI , 1975. Antennal sensory organs of two *Melanophila* species (Coleoptera , Buprestidae). *Annal of the Entomological Society of America* , 68 : 842 – 846.

Volkovitsh MG , 2001. The comparative morphology of antennal structures in Buprestigae (Coleoptera) : evolution ary trends , taxonomic and phylogenetic implications. Part 1. *Acta . Musei . Moraviae . Scientiae . Biologicae* (*Brno*) . , 86 : 43 – 169.

(责任编辑：袁德成)



1. 第5鞭节和第6鞭节的内侧 Internal side of the fifth and sixth flagellomeres (f15, f16); 2. 柄节 Scape (sc); 3. 梗节 Pedicel (pe); 4. 第5鞭节的内侧 Internal side of the fifth flagellomeres (f15); 5. 第9鞭节端部的凹窝 Apical depression of the ninth flagellomeres (f19); 6. 第5鞭节的内侧 Internal side of the fifth flagellomeres (f15).
t1: 毛形感器 I Sensilla trichodea I; t2: 毛形感器 II Sensilla trichodea II; ch1: 刺形感器 I Sensilla chaetica I; ch2: 刺形感器 II Sensilla chaetica II; ch3: 刺形感器 III Sensilla chaetica III; b1: 锥形感器 I Sensilla basiconic I; b2: 锥形感器 II Sensilla basiconic II; b3: 锥形感器 III Sensilla basiconic III; b4: 锥形感器 IV Sensilla basiconic IV; g: 芽胞感器 Sensilla gemmiformium.